

**Секция «Методы мониторинга
окружающей среды»**

М.Д. Бакнин
Научный руководитель: Р.В. Романов
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: itpu@mivlgu.ru

Современные геоинформационные системы, области применения, общий подход к решению задач на основе ГИС-технологий

Любая геоинформационная система (ГИС) основана на применении в ней модели описания и поддержание данных в пространстве. ГИС - это компьютерная технология для обозревания и анализа объектов реального мира. При этом для создания различного рода приложений на основе ГИС используют основные традиционные средства программирования, а также компоненты визуализации для вывода модели пространственных данных. Эти компоненты предназначены для решения конкретных задач. Они могут быть названы действующей ориентированной геоинформационной системой. Кроме того ГИС позволяет производить такие операции как: анализ на основании пространственного запроса. Так же существует способность приложения проводить поиск в базах данных и с помощью них осуществлять пространственные запросы что значительно позволит повысить эффективность выполнения различных задач. Таким образом можно дать более простую формулировку этому приложению. ГИС – это средство, помогающее увеличить скорость и повысить эффективность процедуры и принятия различного рода решений. ГИС обеспечивает ответы на запросы и выдает функции анализа пространственных данных. Поэтому предоставленные результаты анализа данных предоставляются в наглядном и удобном для восприятия человеку виде. К примеру для атомных электростанций и других ответственных объектов существует необходимость проведения непрерывного комплексного слежения, при этом контроль геологической среды в данном случае должен включать в себя мониторинг литосферы и движение земной коры.

Из этого следует что главной и основной задачей геоэкологических исследований является определение текущего состояния литосферных структур по регистрируемым геофизическим данным. Основные повседневные задачи решаемые при помощи ГИС: управление основными фондами, мониторинг ситуации, управление ресурсами, управление подсистемами и различными отраслями, информационно-аналитическая поддержка, выбор оптимальных трасс новых дорог, электролиний, газопроводов.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации (№ МК-3485.2012.8)

Литература

- 1.Журкин Е.Г. Шайтура С.В. Геоинформационные системы – М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009 – 272с.
- 2.Утекалко В.К. Бирзгал В.В. Вечер Н.А. Геоинформационные системы военного назначения. Издательство учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь». Типография УО «ВА РБ». 220057, Минск-57 2004 - 253с.
- 3.Шайтура С.В. Геоинформационные системы и методы их создания. – Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 1997. 253с.

Т.А. Бибина
Научный руководитель: А.А. Орехов
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: itpu@mivlgu.ru

Исследование и разработка методики оценки эффективности системы электромагнитного геодинамического контроля

Требования, предъявляемые к создаваемым системам автоматизированного геодинамического контроля, предназначенным для слежения за геодинамическими объектами определяются условиями сбора и обработки информации в системе реального времени, а также необходимостью немедленной реакции на особые критичные изменения объекта. Обработка информации в реальном масштабе времени предполагает, что процессы обработки и управления в системе геомониторинга должны быть завершены к моменту следующего цикла опроса информационных каналов. Поэтому повышение требований к точности регистрации измерительной информации и соответственно к надежности функционирования системы геодинамического контроля приводит к необходимости повышения эффективности алгоритмов управления без изменения параметров быстродействия микропроцессорного модуля в целом [1].

Наиболее важными параметрами при исследовании эффективности системы являются вероятность работоспособности объекта, время контроля и регулировки объекта, стоимость системы контроля. Вероятность работоспособности объекта основана на определении состояния объекта. Объект может находиться в разных состояниях в зависимости от состояния системы в целом. Для этого проводят испытания на определение вероятности нормального функционирования системы. Для максимизации вероятности нормального функционирования объекта, необходим компромисс между характеристиками, влияющими на вероятность работоспособности и временем контроля и регулировки объекта. Средняя стоимость системы автоматизированного геодинамического контроля определяется суммарными затратами как на разработку, так и на эксплуатацию. Стоимость системы увеличивается до бесконечности, в случае если вероятности безотказной работы стремится к единице. Стоимость эксплуатации системы контроля падает с увеличением вероятности безотказной работы. [2]

Методика оценки эффективности системы заключается в исследовании состояния её параметров по некоторым критериям: информационному, статистическому, эффективности функционирования сложных систем, игровому и стоимостному. Удобнее применять статистический критерий эффективности, потому как от полученного в результате работы системы геодинамического контроля зависит качество мониторинга и прогнозирования в целом.

Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ «12-08-31177-мол_а».

Литература

1. Орехов А.А., Дорофеев Н.В. Информационно-измерительная система для проведения геоэлектрического контроля геодинамических объектов. //Радиотехнические и телекоммуникационные системы, №2, 2012 – С. 60-62
2. Касаткин А.С., Кузьмин И.В. Оценка эффективности автоматизированных систем контроля.- М.: ЭНЕРГИЯ, 1967.- 80с.

С.А. Бобров
Научный руководитель: канд. техн. наук Н.В. Дорофеев
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: itpu@mivlgu.ru

Разработка виртуального прибора управления измерительным комплексом в системе магнитотеллурического мониторинга

В любой точке земной поверхности существует геомагнитное поле. Под воздействием солнечного ветра происходит изменение геомагнитного поля. Изменение напряженности и силовых линий поля приводит к образованию геомагнитных пульсаций – электромагнитных короткопериодных волн с диапазоном частот 10^{-3} – 10 Гц. В настоящее время данные короткопериодные колебания подразделяются на два класса: устойчивые Pс – пульсации и случайные P_i – пульсации. Pс – пульсации являются устойчивыми квазисинусоидальными колебаниями геомагнитного поля с периодами от 0,2 до 1000 с. P_i- пульсации носят неравномерный характер, имеют периоды от одной секунды до нескольких минут. Изучение P_i-2 пульсаций становится актуальным сейчас в силу того, что данные сигналы являются предвестниками магнитных бурь. Прием и обработка пульсаций производится на специальных станциях – магнитных обсерваториях[1].

В связи с тем, что геомагнитные пульсации имеют практически все неизвестные параметры (длительность пульсации, амплитудная огибающая), очень сложно обнаружить данный сигнал в полученной реализации. Однако, амплитудная огибающая сигналов типа P_i-2 представлена цугом или каплеобразной формой. В таком случае обнаружение проводится параллельной проверкой на наличие или отсутствие пульсаций в форме затухающего цуга и наличия или отсутствия пульсаций каплеобразной формы.

При приеме сигнала проводится вейвлет – фильтрация. Вейвлет - фильтрация позволяет работать с нестационарными сигналами, что в нашем случае является необходимым требованием. Результатом фильтрации есть информация о спектральном составе: количество спектральных компонент, время их появления и пропадания, амплитуды гармоник и т.п[2].

Таким образом, полученный сигнал проходит вейвлет-фильтрацию, а затем по разработанному алгоритму происходит его анализ и обнаружение в нем полезной составляющей. В качестве критерия обнаружения выбран критерий минимума суммы условных вероятностей ошибок. Применение данного критерия уместно тогда, когда определить полную вероятность ошибок нельзя. Для расчета вероятности ложной тревоги и порога обнаружения применялся метод Монте-Карло с повышенной скоростью сходимости. Для снижения числа экспериментов и уменьшения времени расчетов при определении порога использовался метод экстремальных статистик[3].

В настоящее время должное внимание уделяют изучению низкочастотных пульсаций геомагнитного поля Земли. В связи с этим создана сеть магнитных станций SAMNET. Актуальность информации об изменениях геомагнитного поля обусловлена тем, что приобретенные сведения можно использовать при составлении прогнозов погоды, также для изучения внутреннего строения Земли. Для проведения геомагнитных измерений на обсерваториях используются магнитометры. Система, состоящая из магнитометров и средств, направленных на регистрацию низкочастотных пульсаций геомагнитного поля представляет собой измерительный комплекс.

На основании приведенного алгоритма обнаружения пульсаций разработан виртуальный прибор управления измерительным комплексом в системе магнитотеллурического мониторинга. Прибор создан с помощью графической среды программирования LabVIEW. Программа работает с пульсациями типа P_i-2.

Литература

- 1 Гульельми А.В., Троицкая В.А. Геомагнитные пульсации и диагностика магнитосферы. - М.: «Наука», 1973. – 208 с.
- 2 И. Добеши. Десять лекций по вейвлетам. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 464 с.
- 3 П.С. Акимов, П.А. Бакут, В.А. Богданович. Теория обнаружения сигналов./ под ред. П.А. Бакута. – М.: Радио и связь, 1984. – 440 с.

А.В. Греченева
Научный руководитель: А.А. Орехов
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: itpu@mivlgu.ru

Исследование спектральных характеристик короткопериодных вариаций геомагнитного поля

В работе проанализированы данные, полученные в ходе полевых испытаний, проведённых осенью 2012 года сотрудниками и студентами кафедры УКТС МИ ВлГУ, путём исследования трёх компонент геомагнитного поля. На графиках зависимости амплитуды геомагнитного поля от времени его распространения, наблюдается наличие пульсаций. Геомагнитные пульсации представляют собой короткопериодные колебания и характеризуются квазипериодической структурой, с диапазоном частот от сотых долей герца до нескольких герц. Амплитуда короткопериодных геомагнитных пульсаций (Pc1-3 и Pi-1) составляет сотые и десятые доли нанотесла, а длиннопериодных пульсаций (Pc5- Pc6) может достигать нескольких сотен нанотесл.

Пульсации в своём многообразии подразделяются на два класса - иррегулярные, (Pi), имеющие вид отдельных всплесков с нестационарным спектром длительностью в несколько минут, и непрерывные (Pc), продолжающиеся несколько часов с квазисинусоидальной формой и устойчивым режимом. Иррегулярные пульсации являются элементами развития геомагнитных возмущений и магнитосферных суббурь. Наличие непрерывных устойчивых типов пульсаций характеризуется крупномасштабными изменениями структуры магнитосферы.

В таблице 1 приведены данные, полученные в ходе полевых испытаний.

Таблица 1. Результаты полевых исследований

Тип пульсации	Количество обнаруженных пульсаций	
	День (06:00-18:00 UT)	Ночь (18:00-06:00 UT)
Pc1	47	5
Pc2	65	10
Pc3	31	7
Pc4	18	2
Pc5	23	1
Pc6	9	1
Pi1	3	61
Pi2	-	54
Pi3	-	28

В результате анализа полученных данных установлено, что иррегулярные пульсации (Pi) наиболее характерны для вечернего и ночного времени, а непрерывные (Pc) - для дневного, это характеризуется наиболее высокой активностью солнца в дневное время суток. Интенсивность и скорость солнечного ветра непрерывно меняются во времени в связи с изменениями солнечной активности. В результате происходит пульсация магнитных силовых линий Земли, вызывающая изменения величины и направления геомагнитного поля на её поверхности

Практическое применение магнитотеллурического зондирования и последующего обнаружения пульсаций определенного типа позволяет:

- определить динамику глубинных геодинамических процессов,
- определить местонахождения полезных ископаемых.

Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ «12-08-31177-мол_а».

А.В. Греченева
Научный руководитель: канд. техн. наук Н.В. Дорофеев
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: itpu@mivlgu.ru

Программное обеспечение для обнаружения P_i-2 пульсаций

Разработанное программное обеспечение используется в геофизической системе контроля геодинамически активных зон и предназначено для автоматизации обнаружения P_i-2 пульсаций. Программа разработана на языке программирования MatLab, объем программы составляет 198 Кбайт.

Разработанное пользовательское приложение представляет собой автоматизированную систему учета и обнаружения P_i-2 пульсаций. Приложение имеет удобный пользовательский интерфейс, предусматривающий возможность установления необходимых параметров обнаружения, производящий автоматическое построение графиков на основании полученных данных, что делает процесс анализа визуально воспринимаемым.

Практическое применение программы заключается в обработке данных, сохраненных в формате Международной сети станций SAMNET для последующего обнаружения в них P_i-2 пульсаций. В ходе работы программы после обнаружения пульсаций производится классификация по форме - каплеобразной или затухающего цуга, а затем определение времени их возникновения и исчезновения. Удобство использования данного программного обеспечения заключается в возможности осуществления поиска по заданным пользователем параметрам обнаружения.

Программа выполняет следующие функции:

- Определение временного интервала длительности пульсации;
- Определение количества станций, проводящих регистрацию геомагнитного поля;
- Отображение временного ряда выбранной компоненты геомагнитного поля, зарегистрированного на соответствующей станции;
- Позволяет задать параметры обнаружения: длительность и спектральный состав обнаруживаемых пульсаций, материнский вейлет, используемый при фильтрации;
- Отображает результат фильтрации.

Использование данного программного обеспечения делает процесс обработки данных наиболее быстрым и качественным, что, в последствие, позволяет своевременно обнаружить фазовую активность при развитии суббурь и определить наиболее опасные геодинамически активные зоны.

Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ «12-08-31177-мол_а».

И.Н. Григоркин
Научный руководитель: канд. техн. наук Н.В. Дорофеев
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: itpu@mivlgu.ru

Разработка тензометрического уровнемера (УрТ)

Геофизические исследования предполагают мониторинг различных геодинамических процессов, постоянно происходящих в поверхностном слое земной коры. Все воды, находящиеся в толще горных пород в твердом, жидком и газообразном состоянии называются подземными. Как и поверхностные воды, они находятся в постоянном движении и участвуют в общем круговороте воды. При строительстве и эксплуатации наземных сооружений этому важно уделять особое внимание, так как возможны изменения физикомеханических свойств пород и их состояния в целом. Благодаря непрерывному контролю состояния подземных вод, можно избежать затопления тоннелей, строительных котлованов, траншей, а так же предсказать возможное заболачивание территорий.

Нами был разработан УрТ, с использованием тензометрического датчика температуры и давления, для измерения уровня неагрессивных жидкостей, имеющих однородную плотность, в резервуарах, бассейнах и артезианских скважин. Уровнемер обеспечивает автоматическое измерение уровня (температуры) воды в диапазоне лежащем от 0 до 60 метров. Принцип действия уровнемера основан на преобразовании гидростатического давления и температуры воды в электрические сигналы и дальнейшей их обработке. Благодаря применению интерфейса стандарта RS-485 (для приема/передачи данных используется одна витая пара проводов) конструкция получила компактные размеры, что помогло повысить мобильность установки. Так же, в электрической схеме уровнемера был задействован аналого-цифровой преобразователь (АЦП) с усовершенствованным алгоритмом обработки сигналов. Программное обеспечение было построено таким образом, что бы в корне исключить возникновение коллизии (наложение друг на друга пакетов одновременно поступающих с датчика). Все это, в своей совокупности, позволило увеличить скорость обработки информации поступающей с датчика на АЦП и повысить точность измеряемых величин.

Конструкция уровнемера разработана в соответствии с требованиями, предъявляемыми к гидрологическим приборам. При конструировании и изготовлении УрТ были использованы универсальные компоненты, то это означает, что продукция может выпускаться как ограниченным, так и крупносерийным производством.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ «12-08-97564-р_центр_а»

Литература

1. Журкин Е.Г., Шайтура С.В. Геоинформационные системы – М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – 272с.
2. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Москва: Техносфера, 2008. – 312 с., 16 с. цв. вклейки.
3. Жданов М.С. Электроразведка: учебник для Вузов. – М.: Недра 1986. – 316с.
4. Шайтура С.В. Геоинформационные системы и методы их создания. – Калуга: Изд-во Н. Бочкаре-вой, 1997. 253 с.

Е.Н.Григоркин
Научный руководитель: Р.В. Романов
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: itpu@mivlgu.ru

Разработка геовольтметра

При строении народных хозяйственных объектов необходимо учитывать надежность сооружаемых конструкций, для предотвращения техногенных катастроф и опасных ситуаций, а так же позволяющих сохранить экологию окружающей среды. Одними из факторов, которые могут повлиять на безопасность, являются земные токи (теллурические токи). Они наблюдаются в поверхностном слое земной коры и их изучение необходимо для получения информации о ее строении. Еще одним практическим применением теллурических токов может служить обнаружение полезных ископаемых в толще горных пород.

В связи со сложившейся ситуацией в настоящее время необходимо проводить мониторинг поверхностного слоя земли, для своевременного реагирования и предотвращения чрезвычайных происшествий. Такие системы контроля и наблюдения способны: находить провалы под землей, обнаруживать скопление природных газов, следить за изменчивостью магнитного поля земли и так далее. Разработке инновационного оборудования для мониторинга уделяется пристальное внимание. Такие системы должны быть надежными, обладать повышенной точностью измерений. Немалое внимание уделяется и экономической составляющей, ведь совсем не обязательно создавать оборудование способное работать «автономно» от других устройств, напротив, удобнее подключать прибор уже к имеющимся аппаратам.

В результате проведенных испытаний и разработок нами был создан прибор, способный обнаруживать и измерять теллурические токи. Он получил название «Геовольтметр».

Прибор состоит из двух пар электродов, преобразователя и программного обеспечения. Измерения производятся с помощью двух пар электродов закопанных в почву и ориентированных, обязательно, по разным направлениям. Преобразователь способен принимать информацию от электродов, преобразовывать и передавать, с помощью кабеля, на персональный компьютер. Программное обеспечение, установленное на персональной машине, позволяет принимать данные с преобразователя и выводить их на экран, а так же существует возможность устанавливать чувствительность электродов.

Электроды изготовлены из композитных материалов, благодаря чему удалось повысить жесткость и долговечность, это дало возможность использовать их даже в суровых климатических условиях. Преобразователь имеет прорезиненный корпус, что так же позволяет использовать его даже в плохих погодных условиях.

Особенностью геовольтметра, от аналогичных устройств, является его подключение к ПК, а так же применение новых алгоритмов обработки данных позволяющих повысить точность измерений.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №12-08-31177-мол_а.

Е.А. Доможиров
Научный руководитель: канд. техн. наук А.А. Быков
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: egor.domozhirov@mail.ru

Сравнительный анализ электромагнитных и сейсмоакустических методов

В настоящее время актуальна проблема мониторинга состояния крупных природно-технических объектов, таких как жилые и промышленные здания, мосты и т.д. На их состояние оказывают влияние, в том числе, различные экзогенные процессы. С целью контроля экзогенных процессов возможно применение различных геофизических методов, каждый из которых имеет свою сферу применения. Можно выделить 2 основные группы разделенных по принципу работы. Это электромагнитные и сейсмоакустические методы [1].

Целью данной работы является рассмотрение методов сейсморазведки и выявления их недостатков. К сожалению не многие исследователи пишут о своих отрицательных результатах в сейсморазведке. Однако, есть много пробелов, начиная с интерпретации полученных данных. Целями сейсмиков-обработчиков, итогом работы, которых является временной разрез, является привести отражающие горизонты определенной геологической цели, по возможности очистить разрез от регулярных и нерегулярных помех, добиться максимального разрешения записи, сохранив высокочастотную составляющую спектра. Для решения этих задач необходимо учитывать большое число взаимозависимых факторов, определяющих методику работ [2, 3].

Достоверность интерпретации напрямую зависит от правильного моделирования процессов и накладываемых условий. Решить эту задачу можно с помощью физического моделирования. Однако в этой области ведется недостаточное количество работ, например, из-за отсутствия экспериментальных данных, только в 2010 было уточнено определение максимальной удельной энергоемкости для большинства горных пород.

В заключение, хотелось бы определить, что развитие методов интерпретации данных сейсморазведки должно включать совершенствование известных и разработку новых способов, а для устойчивых показателей в сейсморазведке необходимо с одной стороны более детальное рассмотрение каждого этапа работы с данными от сейсмоакустического и электромагнитного методов, с другой – создать общую структуру, которая определит техническую взаимосвязь этих этапов.

Литература

1. Ампилов Ю.П. Барков А.Ю. Шаров С.А. Яковлев И.В. Богданова О.Е. Сопоставление альтернативных методов прогноза фильтрационно – емкостных свойств в межскважинном пространстве по данным сейсморазведки. / Технологии сейсморазведки – 2009.
2. Физика и практика спектральной сейсморазведки. Гликман Адам Григорьевич. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://newgeophys.spb.ru/ru/book>, свободный.– Загл. с экрана.
3. Все о геологии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://geo.web.ru> , свободный.– Загл. с экрана.

О.О. Ивашкина
Научный руководитель: А.А. Орехов
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: itpu@mivlgu.ru

Исследование и разработка методики оценки надёжности системы электромагнитного геодинамического контроля

Информационно-измерительные системы с каждым годом становятся всё более сложными. Стабильность работы таких систем зависит от физического состояния элементов, из которых они состоят. Решающим фактором для составных частей и системы в целом является их надёжность, которая подразумевает такие характеристики как наработка на отказ, ремонтпригодность, сохраняемость. Более того, воздействие геологической среды такие как техногенное, климатическое, оказывает негативное влияние на аппаратуру. Таким образом, разработка методики оценки надёжности систем важно.

В данном случае необходимо разработать метод оценки надёжности системы электромагнитного геодинамического контроля. Система электромагнитного контроля на базе многополосной электролокационной установки принадлежит к классу низкочастотных многоканальных электроустановок. Так как система является сложной и состоит из большого количества блоков необходимо осуществить её декомпозицию.

Рассматривая каждую подсистему, необходимо определить особенности и характеристики элементов. Дальнейший анализ и проведение определения надёжности каждой подсистемы позволит создать частное мнение о стабильности. Анализ надёжности осуществляется на основе логико-вероятностного метода (одним из главных в теории надёжности) с помощью программной среды Matlab и включает в себя следующие критерии: функция надёжности $p(t)$, плотность распределения наработки до отказа $f(t)$, интенсивность отказов $\lambda(t)$.

Функция надёжности – функция, выражающая вероятность того, что T – случайная наработка на отказ объектов – будет больше заданной наработки $(0, t)$, отсчитываемой от начала эксплуатации, т.е.

$$p(t) = P\{T \geq t\}.$$

Функция ненадёжности $p(t)$:

$$g(t) = 1 - p(t) = P\{T < t\}.$$

Обобщая полученные результаты можно вычислить примерное значение надёжности. На основе данных результатов анализа каждой подсистемы проводится разработка метода оценки надёжности системы в целом.

Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ «12-08-31177-мол_а».

Литература

1. Орехов А.А., Дорофеев Н.В. Информационно-измерительная система для проведения геоэлектрического контроля геодинамических объектов. //Радиотехнические и телекоммуникационные системы, №2, 2012 – С. 60-62
2. Касаткин А.С., Кузьмин И.В. Оценка эффективности автоматизированных систем контроля. - М.: ЭНЕРГИЯ, 1967. - 80 с.
3. Дружинин Г.В. Надёжность автоматизированных систем. Издание третье, переработанное и дополненное. Москва, Издательство «Энергия», 1977.

К.Н. Князев
Научный руководитель: Р.В. Романов
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: itpu@mivlgu.ru

Фильтрация ультранизкочастотных сигналов в магнитометре

В настоящее время прогресс не стоит на месте. Ученые и инженеры пытаются открыть все новые способы для познания окружающего мира. Множество открытий не только облегчили жизнь людям, но и даже спасли ее. Исследования в области геолокационного моделирования и геомагнетизма помогают людям в поисках залежей полезных ископаемых, определения породы земли на исследуемых участках, сейсморазведке и многое другое.

Рассматриваемый мною прибор – магнитометр, представляет собой устройство для измерения характеристик магнитного поля и магнитных свойств материалов. Магнитометр состоит из отдельного датчика магнитного поля и связанного с ним электронного оборудования, выходной сигнал которого, является мерой магнитного поля. Устройство имеет массу достоинств, хотя существуют и недостатки. Так после сканирования исследуемых участков земли, датчики магнитометра считывают непрерывную последовательность данных. Данные без фильтрации, имеют большой спектр помех, затрудняющие обработку полученных сигналов, к тому же большая их часть не требуется для дальнейшего преобразования.

Экспериментальным путем, было доказано что помехи – своего рода выбросы, не имеющие отношения к магнитометрическим данным, и могут быть устранены без потери информативности. Тем самым можно сделать вывод, что для более эффективной работы требуется устройство, позволяющее разграничить полезные сигналы от помех.

Для этого мной был разработан фильтр низкочастотных сигналов. Принцип работы фильтра заключается в том, что он позволяет выделить полезный сигнал и убрать те сигналы, которые не представляют интереса для дальнейшего анализа. За основу был выбран фильтр Чебышева II, с полосой пропускания 2-7 мГц. Следует отметить что при обработке сигнала фильтр Чебышева показывает наименьшую величину максимальной ошибки аппроксимации в исследуемой полосе частот. В действительности эта ошибка представляется в заданной полосе частот как равноамплитудные пульсации, иными словами, она варьирует между максимальными и минимальными значениями, практически равной величины. В зависимости от того, где ошибка аппроксимации сводится к минимуму - в полосе пропускания или в полосе непропускания - различают фильтры Чебышева I и II типа, соответственно.

Путем многочисленных проб был получен наиболее эффективный результат исследований, на основе чего, можно смело утверждать, что в подобных устройствах фильтр – необходим.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №12-08-31177-мол_а.

В.М. Лисицына
Научный руководитель: А.А. Орехов
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: itpu@mivlgu.ru

Автоматизация исследований геомагнитных вариаций ультранизкочастотного диапазона

В настоящее время с целью предупреждения катастроф техногенного характера, вызываемых неустойчивостью геодинамических структур, широко используются системы геодинамического мониторинга.

Наиболее эффективными в данном случае являются системы, функционирующие на основе метода магнитотеллурического зондирования (МТЗ), подразумевающего регистрацию сигналов естественного геоэлектромагнитного поля в диапазоне ультранизкочастотных короткопериодных колебаний на пространственно распределённой сети станций.

Измерительная установка для проведения МТЗ состоит из двух взаимно перпендикулярных измерительных линий М1N1 и М2N2, являющихся датчиками электрического поля E_x и E_y , и двух взаимно ортогональных датчиков магнитного поля H_x и H_y .

Метод МТЗ при долговременном геодинамическом мониторинге предполагает совместную регистрацию пяти компонент электромагнитного поля Земли – двух ортогональных электрических, и трёх магнитных: E_x, E_y, H_x, H_y, H_z , - на пространственно разнесённой сети измерительных пунктов.

При проектировании мониторинговых систем геодинамических процессов сталкиваются с рядом трудностей. Прежде всего, это сложность проектирования измерительного тракта вследствие того, что фильтры, выделяющие сигналы требуемого диапазона (0-10 Гц), реализуются в громоздкие нестабильные устройства.

В связи с повсеместным внедрением цифровой микропроцессорной техники в современные измерительные устройства, каждый измерительный пункт системы магнитотеллурического геодинамического мониторинга включает в себя специализированный цифровой сигнальный процессор, в котором производится разнообразная первичная обработка регистрируемых сигналов.

Цифровая обработка электромагнитных сигналов ультранизкочастотного диапазона предполагает предварительное накопление некоторого набора входных оцифрованных данных, которые сохраняются в памяти вычислительной машины.

Цифровые фильтры в отличие от аналоговых не требуют настройки физических элементов и узлов, а реализуются отладкой программы обработки, дают возможность формирования сложных амплитудно-частотных характеристик, обеспечивают высокую стабильность параметров.

В системе магнитотеллурического зондирования используются три частотных поддиапазона фильтрации: низкочастотный 0-0.1 Гц (МТЗ-Н), среднечастотный 0.1-1 Гц (МТЗ-С) и высокочастотный 1-10 Гц (МТЗ-В).

В результате работы спроектированы фильтры следующих порядков: для диапазона 0-0.1 Гц порядок 2961, для диапазона 0.1-1 Гц порядок 2961, для диапазона 1-10 Гц порядок 119.

Разработанные цифровые фильтры предназначены для первичной обработки регистрируемых электромагнитных сигналов ультранизкочастотного диапазона в системах магнитотеллурического геодинамического мониторинга. Фильтры реализуются в цифровых сигнальных процессорах измерительных пунктов.

Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ «12-08-31177-мол_а».

В.М. Лисицына
Научный руководитель: канд. техн. наук Н.В. Дорофеев
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: itpu@mivlgu.ru

Программное обеспечение для спектрально-временной фильтрации P_i-2 пульсаций

В геомагнитном поле наблюдаются пульсации с периодом колебания от единиц до тысяч секунд (от тысячных долей герца до нескольких герц).

Многообразие видов пульсаций может быть разделено на два больших класса - иррегулярные, импульсные пульсации (P_i), имеющие вид отдельных всплесков с нестационарным спектром длительностью в несколько минут, и непрерывные (P_c).

В настоящее время возникает необходимость разработки программного обеспечения, предназначенного для фиксирования и обработки P_i-2 пульсаций. Одним из этапов обработки служит фильтрация принимаемого сигнала, позволяющая убрать помехи, шумы, выделить часть сигнала с заданными свойствами.

Разработанная программа предназначена для спектрально-временной фильтрации P_i-2 пульсаций.

Программное обеспечение создано на языке программирования Matlab, обладает IBM PC совместимостью, предназначено для операционной системы Windows XP, занимает объем 64,5 Кбайт.

Программное обеспечение применяется для обработки данных, сохраненных в формате Международной сети станций SAMNET с целью наблюдения за P_i-2 пульсациями и изучения их параметров (спектрально состава, интервала присутствия, типа огибающей, амплитуды).

Программа выполняет следующие функции:

- определение временного интервала и количества станций, проводящих регистрацию геомагнитного поля;
- отображение временного ряда выбранной компоненты геомагнитного поля зарегистрированного на выбранной станции;
- задание параметров фильтрации: ширину полосы пропускания фильтра, частотный диапазон фильтруемых пульсаций, размер окна дискретного преобразования Фурье, наложение окна;
- формирование аудиовизуального изображения пульсаций;
- отображение результата фильтрации.

Разработанное программное обеспечение представляет собой окно, в котором отображен результат загрузки файла данных, отображения временного интервала регистрации этих данных на сети станций и отображения временного ряда, зарегистрированного на 1-й станции, компоненты H геомагнитного поля.

Программа имеет легко осваиваемый интерфейс, который будет несложен по восприятию для пользователя; обладает оперативной скоростью фильтрации, что немаловажно при работе в реальном масштабе времени; наделена такими качествами как надежность и отказоустойчивость.

Оценка структурных свойств СМК ООО «Колокшанский агрегатный завод»

Вступление России к Всемирной торговой организации (ВТО) меняет рыночные условия для отечественных производителей. Переход к новым условиям конкуренции обязывает руководителей предприятий уделять особое внимание вопросам повышения конкурентоспособности и качества продукции. Как показывает международная практика, одним из инструментов повышения качества продукции является создание системы менеджмента качества (СМК) в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 9001:2008 и/или межгосударственного стандарта ГОСТ ISO 9001-2011. Новый ГОСТ ISO 9001-2011 введен в действие с 01.01.2013 года для добровольного применения в Российской Федерации в качестве национального стандарта взамен ГОСТ Р ИСО 9001-2008. Внедрение СМК и последующая ее сертификация позволит отечественным предприятиям конкурировать наравне с зарубежными компаниями, как на российском, так и на международном рынке.

В настоящее время с целью производства и реализации качественной продукции (асфальтосмесительных установок) конкурентных на рынке, удовлетворяющей требованиям потребителей, на предприятии строительного-дорожного и коммунального машиностроения Владимирской области ООО «Колокшанский агрегатный завод» активно ведутся работы по разработке и внедрению СМК, соответствующей требованиям стандарта ГОСТ ISO 9001-2011.

С использованием IDEF0-методологии системного анализа и проектирования создана процессная модель СМК ООО «Колокшанский агрегатный завод» (СМК КАЗ), которая отражает специфику применяемых процессов и их взаимодействия. Так, на диаграмме верхнего уровня, рассматриваемый гиперпроцесс «Управлять качеством на ООО «Колокшанский агрегатный завод» (рис.1) разбивается на пять основных макропроцессов: осуществлять менеджмент ресурсов; реализовывать ответственность руководства; управлять документацией; реализовывать процессы жизненного цикла (ЖЦ) продукции КАЗ; измерять, анализировать, улучшать.

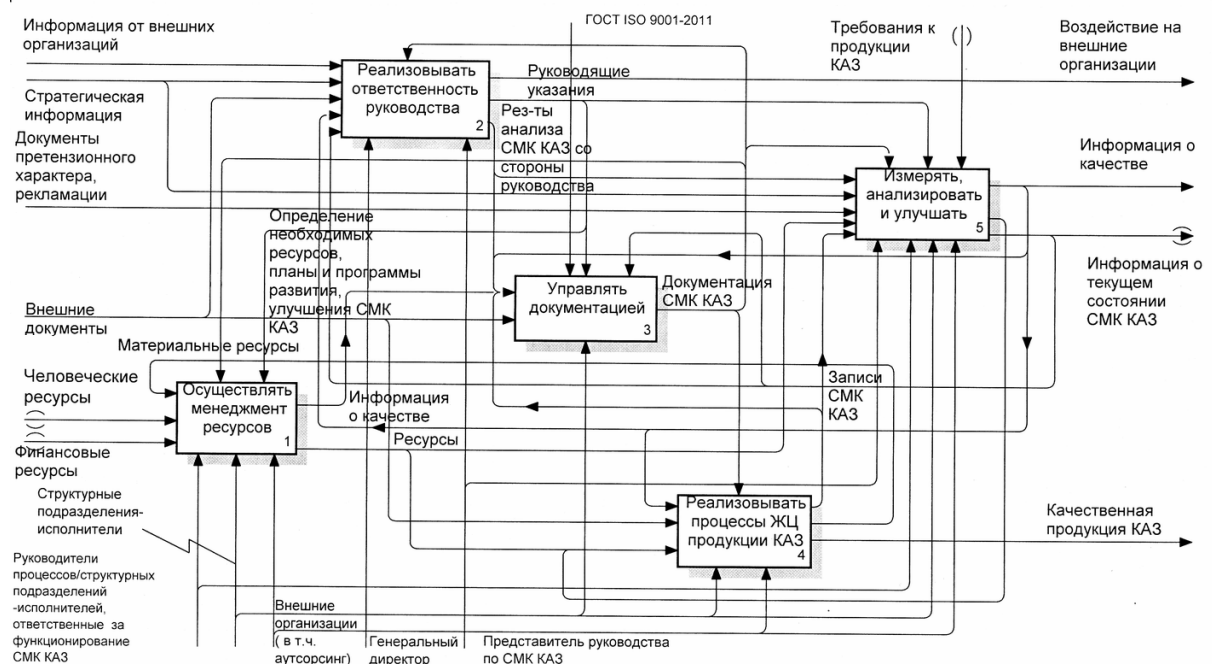


Рис. 1. А0. Управлять качеством на ООО «Колокшанский агрегатный завод»

Оценка качества структуры разработанной модели верхнего уровня СМК КАЗ проводилась с использованием методики анализа структурных свойств систем управления, применяемой ранее для решения аналогичных задач на электромашиностроительном предприятии [1].

В соответствии с данной методикой структуру модели верхнего уровня СМК КАЗ можно описать ориентированным графом: $G = (X, U)$.

Оценка «обрывов» в структуре и «висящих» процессов показала на их отсутствие в рассматриваемой модели верхнего уровня СМК КАЗ.

Выявленные контуры показывают наличие обратных связей в модели верхнего уровня СМК КАЗ, что необходимо для организации процесса управления на предприятии.

Связность структуры системы характеризуется структурной избыточностью, полученный результат ($R=3,8$) характеризует СМК КАЗ как более надежную.

Неравномерность распределения связей между процессами характеризуется квадратическим отклонением фактического распределения данных ρ_i по процессам от равномерного ρ_{cp} .

Величина, характеризующая неравномерность связей между процессами системы ($\sigma^2=28$) указывает на неравномерность распределения данных в модели верхнего уровня СМК КАЗ.

Рассчитанные значения ($\rho_i=4$) позволяют ранжировать процессы по степени убывания связи с другими процессами в системе. Наиболее сильную связь имеет макропроцесс А5 - "Измерять, анализировать и улучшать". Качество функционирования этого процесса во многом определяет результативность и эффективность функционирования СМК КАЗ.

Общая структурная близость макропроцессов в системе Q равна 42.

Для количественной оценки структурной компактности системы использован относительный показатель $Q_{отн}$ равный 1,8. Полученные данные свидетельствуют о низкой компактности структуры модели верхнего уровня СМК КАЗ, влияющей на оперативность принятия управленческих решений.

Для количественной оценки степени централизации процессов в структуре системы используется индекс центральности. Степень централизации процессов в структуре модели верхнего уровня СМК КАЗ ($\delta=0,71$) указывает на использование в системе централизованных принципов управления.

Таким образом, проведенная оценка структурных свойств модели верхнего уровня (А0) СМК КАЗ, разработанной в соответствии с требованиями ГОСТ ISO 9001-2011, позволила сделать вывод о ее надежности, невысокой структурной компактности, высокой степени централизации процессов управления и использования в системе централизованных принципов управления.

Литература

1. Фадеева Е.П., Хорошева Е.Р. Анализ структурных характеристик систем менеджмента качества электромашиностроительного предприятия. Материалы XXII Международной научной конференции Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-22. Т. 7. Секция 8 - Псков: Изд-во Псков. гос. политехн. института. 2009. - С.137-141

Д.В. Мулова
Научный руководитель: Р.В. Романов
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: itpu@mivlgu.ru

Методы контроля геологической среды в системах мониторинга

В настоящее время, в связи с необходимостью решения проблем защиты и предупреждения катастроф на природных и техногенных объектах (хим. заводы, АЭС и т.п.), значительно возросла актуальность создания автоматизированных систем глубинного геодинамического контроля.

На сегодняшний день существуют проблемы организации функционирования мониторинга геологической среды. Основной задачей геологических исследований является определение текущего состояния геологических структур по регистрируемым геофизическим данным и формирование прогнозных оценок геодинамического развития.

Используют основные методы контроля состояния геологической среды, оценки и прогноза изменений при техногенной нагрузке. Для этого применяются различные дистанционные геофизические методы исследований. Успешное использование геофизических методов наблюдений, в системе мониторинга геологической среды, обеспечивается тщательным продумыванием и обоснованием схемы измерений, рациональным комплексированием методов. Надежными методами обработки информации большим преимуществом геофизических методов является возможность получения непрерывной режимной информации.

Среди основных геофизических методов, применяемых в мониторинге геологической среды, необходимо отметить методы непрерывного сейсмо-акустического профилирования, электрических зондирований, естественного электрического поля, резистивометрии и термометрии. Особенно хорошо себя зарекомендовали различные передвижные геофизические комплексы, за довольно короткое время они позволяют с высокой эффективностью обследовать значительные территории. С помощью таких комплексов могут проводиться режимные наблюдения за изменением физических и физико-механических свойств земли, грунтов во время и под действием различных как природных, так и техногенных воздействий.

Мониторинг — это наблюдения и запись данных о каком-либо объекте на неразрывно примыкающих друг к другу промежутках времени, в течение которого значения данных существенно не изменяются. Мониторинг геологических систем - это система целенаправленных регулярных наблюдений за природными геологическими объектами, и оценки их состояния, прогноза развития и выработки геологически обоснованных решений и выбора наилучшего варианта из возможных т.е. оптимизации их функционирования в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека.

Для всех видов лабораторных количественных аналитических определений настоящий стандарт является единым, выполняемым химическими, количественными спектральными, рентгеноспектральными, ядерно-физическими, пробирными и другими методами.

Контролировать динамику процессов в основном позволяют, совокупность рассмотренных выше геологических методов наблюдений, происходящих на поверхности или в самой верхней части земли. Но в системе мониторинга, в ряде случаев необходимы наблюдения за самими процессами, происходящими в толще пород. Для этого используются различные дистанционные геофизические методы исследований.

М.А. Наумова
 Научный руководитель: канд. техн. наук А.В. Цаплев
 Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
 Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
 E-mail: itpu@mivlgu.ru

Формирование электролокационного изображения в ограниченном объеме

При изучении карстовых явлений методами электроразведки прибегают к разнообразным геоэлектрическим моделям, представляющих формальное распределение электрических параметров сред, привязанное к конкретным электроразведочным установкам. Общим подходом при геоэлектрическом моделировании является анализ влияния элементарных геоэлектрических моделей (ЭГМ) карстовых форм на распределение электрического поля установок горизонтального электропрофилеирования (ЭП) или вертикального электротондирования (ВЭЗ). Это позволяет в дальнейшем, аппроксимировать сложные карстовые формы в первом приближении и создавать основы качественной и количественной интерпретации карстоопасности территорий при помощи электролокации [1]. При этом выделение элементарных карстовых форм в общем объеме экспериментальных данных обычно предполагает камеральную информационную обработку с привлечением большого числа палеточных и градуировочных графиков. В целом такой подход имеет высокую точность обработки, но обладает высокой сложностью и трудоемкостью [2].

В ходе работы исследован вопрос решения задачи выделения элементарных карстовых форм на электролокационном изображении, при помощи спектральных ЭГМ, с возможностью в дальнейшем упростить камеральную обработку экспериментальной информации. В соответствии с основами спектрального метода анализа и синтеза систем, эта задача может быть сведена к оптимальной нестационарной фильтрации для известной полезной составляющей, которая описывает соответствующую ЭГМ. Это предполагает спектральное оптимальное оценивание динамических характеристик фильтров в форме спектральных представлений, на основании векторно-матричного уравнения Винера-Хопфа в соответствии с минимумом средней квадратичной ошибки [3]

$$\int_0^r G(r, \tau) R_{ss}(\tau, \xi) d\tau = R_{ms}(r, \xi), \quad (1)$$

где $G(r, \tau)$ – матрица импульсных переходных функций оптимального фильтра; $R_{ss}(\tau, \xi), R_{ms}(r, \xi)$ – заданные корреляционные матрицы электролокационного изображения и ЭГМ.

При расчете корреляционных матриц карстовых неоднородностей используем ЭГМ, представляющие собой геоэлектрические массивы с горизонтальными, вертикальными и наклонными границами, которыми могут быть аппроксимированы различные типы карстующихся толщ [4].

В предположении ограниченности участка электролокационного поиска неоднородности по координатам $x = [0, x_n], y = [0, y_m]$ уравнение (1) сводится к уравнению Фредгольма первого порядка, для электролокационного изображения объекта. Данное изображение зависит как от свойств самого объекта, так и типом электротондирующей установки.

С учетом функционала $L(x, y, z_0)$, описывающего геоэлектрическую установку, получаемую пространственную функцию можно представить в уравнении связи следующего вида:

$$F(x, y, z_0, p) = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} L(x - \tau_x, y - \tau_y, z_0) H(x, y, z_0) d\tau_x d\tau_y, \quad (2)$$

где $H(x, y, z_0)$ – оператор обобщенной характеристики среды, удовлетворяющей условиям Дирихле.

Физический смысл функционала L определяется как импульсная реакция на зондирующий сигнал электроустановки в однородной среде с нормированной характеристикой. Очевидно, что для решения задач синтеза оптимальных фильтров, при локации карстовых неоднородностей, изображения ЭГМ также необходимо представлять в соответствии с рассмотренным уравнением связи. Обнаружение карстовых форм определенного класса в электролокационном изображении может быть проведено на основании регрессионной идентификации наличия соответствующих ЭГМ в этом изображении.[5]

Данное математическое представление геологического объекта с помощью коэффициента передачи среды в ограниченном объеме позволяет описать геометрические и электрические параметры исследуемого объекта и как следствие использовать электроразведочные методы и оборудование для геодинамического контроля.

Литература

1. Боголюбова Н.П. Геоэлектрические модели карста и типичные аномалии электропрофилирования и вертикальных электрических зондирований над ними. – М.: Наука, 1987.
2. Чигин М.М., Коваленко В.А. О количественной оценке эффективности методов электроразведочной геофизики. Изв. ВУЗов №3, 1973.
3. Перов В.П. Прикладная спектральная теория оценивания. – М.: Наука, 1982. – 432с.
4. Боголюбова Н.П. Методика электроразведки на постоянном токе для оценки карстоопасности районов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. – М.: 1987.
5. Кузичкин О.Р. Оценка и коррекция фазовых искажений при пространственной регистрации сигналов геомагнитных пульсаций // Радиотехника. 2006. №11.

М.В. Плаксина
Научный руководитель: канд. техн. наук Н.В. Дорофеев
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: itpu@mivlgu.ru

Роль акустических методов в производстве

В акустических методах, к которым относятся ультразвуковая дефектоскопия и метод акустической эмиссии, в качестве первичных преобразователей в большинстве своем используются акустоэлектрические преобразователи, принцип действия которых основан на преобразовании механического (акустического) смещения поверхности в электрический сигнал.

Акустико-эмиссионный метод регистрирует параметры упругих волн, возникающих в контролируемом объекте, которые генерируются при деформации напряженного материала. Такие волны распространяются от источника к датчику, где преобразуются в электрические сигналы. Приборы акустико-эмиссионного контроля измеряют и отображают такие сигналы; на основе этих данных происходит оценка состояния и поведения структуры исследуемого объекта.

С точки зрения метода акустической эмиссии, каждый дефект производит свой собственный сигнал.

В акустико-эмиссионном контроле обнаруживаются микроскопические движения, что позволяет быстро обнаруживать трещины, разломы, макро и микро несплошности (раковины, пористость), рост даже самых небольших трещин, утечек газов или жидкостей, то есть большого количества разнообразных процессов, производящих акустическую эмиссию. Такой вид контроля применим к материалам, проводящим акустические волны (металлам, пластмассам, керамике, бетону).

По универсальности это один из лучших методов неразрушающего контроля, который применяется для исследования как твердых, так и жидких тел.

Потеря прочности конструкций происходит постепенно, поэтому очень важно следить за динамикой развития дефектов и о степени остаточного запаса прочности.

При наличии знаний о динамике образования дефектов возможно спрогнозировать время приближения объекта к аварийному состоянию и вовремя принять необходимые меры для предотвращения аварии.

У акустического метода имеется ряд преимуществ перед другими методами неразрушающего контроля:

- обнаруживает и регистрирует развивающиеся дефекты, что позволяет классифицировать дефекты по степени опасности;
- свойство интегральности метода акустико-эмиссионного контроля обеспечивает контроль всего объекта с использованием одного или нескольких преобразователей сигналов, неподвижно установленных на поверхности объекта;
- позволяет контролировать различные технологические процессы и процессы изменения свойств и состояния материалов;
- обладает высокой чувствительностью к растущим дефектам и позволяет в рабочих условиях определять приращение трещины до долей миллиметров;
- имеет меньше ограничений, связанных со свойствами и структурой материалов;
- расположение и направление объекта не влияет на возможность обнаружения дефекта.

А.С. Прибытков
Научный руководитель: канд. техн. наук Н.В. Дорофеев
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23
E-mail: itpu@mivlgu.ru

Разработка магнитометра

Как известно Земля обладает магнитным полем, которое, генерируется внутривоздушными источниками. Особое влияние на магнитное поле Земли оказывают токи ионосферы. Изучение геомагнетизма имеет важное практическое, а также научное значение. Точное знание о природе магнитных полей Земли играет важную роль в мониторинге геодинамических активных зон и геомагнитологии.

На основании изученных закономерностей геомагнитного поля и исследований изменений вариаций аномалий, Нами был разработан прибор для измерения характеристик магнитного поля, магнитных свойств Земли и магнитных свойств материалов.

Работа магнитометра основана на вращении плоскости поляризации света в магнитном поле, на изменение длины намагниченного стержня под действием приложенного поля. По принципу действия прибор относится к протонным магнитометрам, использующим явление свободной ядерной прецессии. Основное отличие данного прибора в том, что в магнитометре аномалия используется тороидальный магнитный датчик, использование которого значительно упрощает работу и не требует учета наклона магнитных линий Земли местности.

При работе прибора магнитометра производится исследование участка Земли, определяет величину его магнитных характеристик, измеряет градиент магнитного поля. После обработки полученной информации, на дисплее сенсорного экрана магнитометра отображаются данные о напряженности магнитного поля в виде графика, что особенно упрощает работу при поиске магнитных аномалий. Прибор записывает время, когда были измерены характеристики, координаты профилей для дальнейшего изучения и обработки данных и место локации, где осуществлялось исследование. Использование встроенной памяти позволяет вести запись всех действий оператора. Магнитометр имеет высокую чувствительность, недорогой, за счет материала из которого сделан корпус, прибор удобен в транспортировке, малый вес и низкое энергопотребление дает возможность для исследования в сложных условиях.

Магнитометр может применяться в археологии, астрофизике, сейсмологии, ядерной физике.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №12-08-31177-мол_а.

Литература

1. Журкин Е.Г. Шайтура С.В. Геоинформационные системы – М.: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. – 272с.
2. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Москва: Техносфера, 2008. – 312 с., 16 с. цв. вклейки.
3. Жданов М.С. Электроразведка: учебник для Вузов. – М.: Недра 1986. – 316с.
4. Шайтура С.В. Геоинформационные системы и методы их создания. – Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 1997. 253 с.

Исследование и разработка подсистемы технической диагностики в комплексе электромагнитного геодинамического контроля

В настоящее время все больше возрастает опасность техногенных катастроф, причиной которых является неустойчивость геологических структур, в данный момент широкое применение находят системы контроля геодинамических объектов, построенные на базе многополюсной электролокационной установки. Данная система относится к классу низкочастотных многоканальных электроустановок, работающих по методу сопротивлений. В связи с суровыми условиями эксплуатации датчиков, характеристики компонентов блока изменяются в широких пределах, а иногда и выходят из строя.

Для проверки правильной работы система геодинамического контроля необходимо провести диагностирование аппаратных узлов блока бесконтактного трансформаторного датчика. Рассмотрим диагностику блока трансформаторного датчика (БТД). Так как система контроля относится к объектам регулярного периодического использования, то процесс диагностирования будет проводиться постоянно через каждые 30 минут. Информацию об изменённых характеристиках компонентов, либо об их неработоспособности будут передаваться в центральный пункт. Диагностированию следует подвергать следующие компоненты: основную обмотку БТД, инструментальный усилитель У, блок фильтров БФ и блок АРУ.

Определим состояние диагностируемого объекта – блока БТД – как $Z = \{ Z^R, Z^N \}$, т.е. состояние может принимать значение «рабочее» Z^R или «нерабочее» Z^N . Состояние объекта в целом определяется состоянием его компонентов, и если хотя бы один из них вышел из строя – весь объект переходит в нерабочее состояние, то есть (1):

$$\prod_{i=1}^n z_i \rightarrow Z, \quad (1)$$

где n – количество диагностируемых элементов в объекте. При этом $z_i = \{ z_i^R, z_i^N \}$. Состояние каждого элемента однозначно определяется его передаточной характеристикой (2) и (3):

$$H_i \rightarrow z_i, \quad (2)$$

$$H_i = \psi_i(X_i, Y_i), \quad (3)$$

где X_i – входное воздействие для элемента, Y_i – отклик этого элемента на входное воздействие X_i .

Решение о состоянии элемента определяется по следующему правилу:

$$z_i = \begin{cases} \Delta \psi_i \leq p_i, \rightarrow z_i = z_i^R, H_i = \psi_i + \Delta \psi_i \\ \Delta \psi_i > p_i, \rightarrow z_i = z_i^N \end{cases},$$

где $\Delta \psi_i$ – отклонение передаточной характеристики i -го элемента от заранее заданной нормы; p_i – максимальный порог отклонения передаточной характеристики i -того элемента от заранее заданной нормы.

Диагностирование заключается в снятии передаточных характеристик каждого элемента блока. Если отклонение $\Delta \psi_i$ передаточной характеристики H_i не превышает порог p_i , то состоянию элемента присваивается «рабочее» $z_i = z_i^R$, а в передаточную характеристику вносится корректировка. Если отклонение превышает порог – присваивается «нерабочее» состояние и информация об этом передаётся в центральный пункт.

Таким образом, разработана регулярная диагностика (каждые 30 минут) узла блока БТД. В итоге всё это позволяет нам следить за правильной и точной работой системы электромагнитного геодинамического контроля.

Работа выполнена при поддержке Гранта РФФИ «12-08-31177-мол_а».

М.А. Чукаева
Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор М.А. Пашкевич
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»
Адрес: 199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия д.2;
E-mail: rectorat@spmi.ru

Мониторинг подземных и поверхностных вод в зоне влияния Кировского рудника ОАО «Апатит»

Мониторинг следует рассматривать как элемент системы управления качеством окружающей среды. Его основная задача – дать объективную информацию о состоянии тех или иных природных сред в конкретный момент времени и о динамике их параметров. Данная информация является основой для разработки прогноза изменений качества среды и трансформации экосистем, что определяет мероприятия по минимизации отрицательных воздействий.

Приоритетное внимание программы мониторинга должно быть уделено состоянию водных объектов, поскольку именно они являются аккумулярующими звеньями природной среды и наиболее адекватно отражают загрязнение воздуха, почв, поверхностных и подземных вод, вызванное воздействием точечных и рассеянных источников. Состояние экосистемы водоема отражает не только прямое воздействие, но и процессы, происходящие на всей территории водосбора. Большая часть веществ-загрязнителей, выпадающих на территорию водосбора, в конечном счете, оказывается в водоеме, и их состояние может быть показателем нагрузки на весь этот район.

В соответствии со ст. 39 Водного кодекса РФ и условиями действия имеющихся лицензий на недропользование ОАО «Апатит» проводит работы по мониторингу подземных и поверхностных вод в районе деятельности предприятия.

Наблюдательная сеть мониторинга в районе Кировского рудника в долине р. Саамская состоит из 4 скважин и 2 пунктов опробования поверхностных вод.

В процессе наблюдений выполняется изучение элементов режима подземных вод; изучение химического состояния подземных и поверхностных вод в зоне интенсивного влияния техногенной нагрузки рудника, характер распределения элементов-загрязнителей подземных и поверхностных вод по площади и глубине.

1. Стационарные режимные наблюдения за уровнем подземных вод проводятся в 4 скважинах: в том числе, в 3-х скважинах – по четвертичному водоносному горизонту – осташковскому горизонту, и в 1-й скважине – по горизонту коренных кристаллических пород. Наблюдаемые скважины располагаются вниз по долине р. Саамская ниже промплощадки рудника. Стационарные режимные наблюдения выполняются с периодичностью 3 раза в месяц в период летней и зимней межени, и 4-5 раз в месяц в периоды весеннего и осеннего паводков.

2. Гидрохимическое опробование подземных вод выполняется по 1 скважине, наблюдаемым водоносным горизонтом является осташковский (грунтовый) водоносный горизонт.

По скважине ежемесячно производится отбор на полный химический анализ, содержание в воде микрокомпонентов. Два раза в год отбираются пробы для определения ПАВ и нефтепродуктов. При полном химическом анализе в воде определяются pH, окисляемость, жесткость H_2SiO_4 , Feобщ, PO_4^{-3} , $CO_{2\text{своб}}$, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Al^{3+} , NH_4^+ , HCO^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , F^- , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , взвешенные вещества, сухой остаток, прозрачность, цветность, мутность, запах. Из микрокомпонентов определяются следующие элементы: As, Ba, Be, B, Cd, Co, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sr, Ti, Zn.

3. Гидрохимическое опробование р. Саамская осуществляется по 2 пунктам, расположенным в районе отстойника ЗВС и хлораторной, 2 раза в год в зимнюю межень и осенний паводок. Производится отбор проб на полный химический анализ, определение содержания микрокомпонентов, ПАВ и нефтепродуктов. При полном химическом анализе в воде определяются pH, окисляемость, жесткость H_2SiO_4 , Feобщ, PO_4^{-3} , $CO_{2\text{своб}}$, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Al^{3+} , NH_4^+ , HCO^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , F^- , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , взвешенные вещества, сухой остаток, прозрачность, цветность, мутность, запах. Из микрокомпонентов определяются следующие элементы: As, Ba, Be, B, Cd, Co, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Sr, Ti, Zn.

Помимо этого, для оценки степени загрязнения водоемов необходим отбор проб на контрольном (фоновом) водном объекте с той же периодичностью отбора и повторностью. Река Саамская, в которую после очистки осуществляется сброс, впадает в озеро Большой Вудьявр через рассеивающую дамбу. Из озера Б. Вудьявр берет начало река Белая, которая в свою очередь впадает в озеро Имандра, имеющее рыбохозяйственное значение. Поэтому, на мой взгляд, необходимо производить отбор проб на рассеивающей дамбе (непосредственно перед впадением р. Саамской в Б. Вудьявр), в устье р. Белой (где скорость воды еще небольшая), за 1 км до впадения р. Белой в Имандру и вместе впадения р. Белой в Имандру. Это позволит проследить разбавление сточных вод природными, оценить самоочищающую способность природных водных объектов и более полно и объективно оценить негативное влияние ОАО «Апатит» на гидросферу.

Кроме того, оценка долговременных изменений водных экосистем района исследований под влиянием антропогенного воздействия необходимо производить на основе изучения химического состава донных отложений. Для реализации данной задачи два раза в год: в начале и конце вегетационного периода (июнь и сентябрь) необходимо производить отбор колонок донных отложений (всего 8 колонок), каждая длиной 25 см, из наиболее глубоководной зоны. Для проведения сравнительного анализа химического состава донных отложений в водных объектах импактной и контрольной зон необходим отбор проб донных отложений в фоновом водном объекте с той же, как и в зоне влияния, периодичностью отбора колонок: два раза в год. Для последующего анализа колонки должны быть разделены на слои по 1 см каждый. Таким образом, каждая колонка будет состоять из 25 проб.

Все вышесказанное свидетельствует о необходимости совершенствования проблемно-ориентированного мониторинга вод с целью получения объективной информации о состоянии водной среды в конкретный момент времени и о динамике их параметров, прогноза состояния водных объектов в будущем. Данные о качественном и количественном пространственном распределении загрязняющих веществ в водной среде лягут в основу программы разработки мероприятий по очистке сточных вод и других мероприятий по минимизации негативных воздействий ОАО «Апатит» на окружающую среду.